

2 重壁式縦スリット直立消波工の スリット通過水粒子速度と消波特性

大阪市立大学工学部 正会員 角野昇八 小田一紀 重松孝昌
大阪市立大学大学院 学生員 ○藤田 孝

1. まえがき 二重壁式縦スリット消波工の消波機能に関する理論については既に発表し、またその妥当性の検証も行ったが¹⁾、スリットを通過する水粒子速度については、まだ検証されていない。

直立消波工の開口部を通過する水粒子速度は、エアレーション機能と密接に関連していると考えられるが、2枚の前面板を有する二重壁式消波工では、通常の（前面板が1枚の）消波工よりも優れたエアレーション効果が期待できると思われる。それゆえ、二重壁式消波工における開口部を通過する水粒子速度特性の解析は、エアレーション効果を通じて期待される環境浄化の観点から重要なことであろう。そこで、本研究は、この種の消波工のエアレーション機能を最終的に評価することを念頭におき、まず二重壁式縦スリット消波工の水粒子速度の理論の妥当性の検証を行い、さらに水粒子速度に関する特性について考察を加える。

2. 理論 今回対象とする防波堤あるいは護岸の構造は、図-1にも示すように、2枚の縦スリット壁の背後に不透過壁を有するような構造である。図中、 D ：隣接柱体中心間隔、 $2a$ ：スリット幅、 b ：柱体断面波向方向辺長、 $l_{1,2}$ ：各柱体列間隔とし、添字のない l は全消波室幅（ $l = l_1 + l_2$ ）を表すものとする。

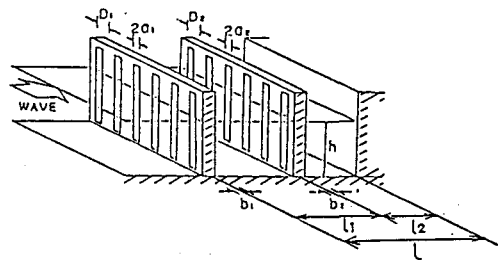


図-1 概念図

反射率の理論解については既に発表済み¹⁾であるが、スリット通過水粒子速度の理論解は以下のように示される。

$$\frac{V_{1\max}}{u_{\max}} = \frac{(D_1/2a_1) \cdot 2\sin k\Delta l_1}{\sqrt{\{A+2k(C_1+\delta_1)\sin k\Delta l_1 - \cos k\Delta l_1\}^2 + \{B+2kC_{11}\sin k\Delta l_1 + \sin k\Delta l_1\}^2}}, \quad (1 \text{ 列目}) (1)$$

$$\frac{V_{2\max}}{u_{\max}} = \frac{(D_2/2a_2) \cdot \sqrt{A^2+B^2} \cdot 2\sin k\Delta l_1}{\sqrt{\{A+2k(C_1+\delta_1)\sin k\Delta l_1 - \cos k\Delta l_1\}^2 + \{B+2kC_{11}\sin k\Delta l_1 + \sin k\Delta l_1\}^2}}, \quad (2 \text{ 列目}) (2)$$

ただし、

$$A = \frac{-2k(C_2+\delta_2)\sin k\Delta l_1 \sin^2 k\Delta l_2 + \sin k\Delta l_1 \sin k\Delta l_2 \cos k\Delta l_2 + \sin^2 k\Delta l_2 \cos k\Delta l_1}{\{2k(C_2+\delta_2)\sin k\Delta l_1 \sin k\Delta l_2 - \sin k\Delta l_1 \cos k\Delta l_2 - \sin k\Delta l_2 \cos k\Delta l_1\}^2 + (2kC_{12}\sin k\Delta l_1 \sin k\Delta l_2)^2}$$

$$B = \frac{2kC_{12}\sin k\Delta l_1 \sin^2 k\Delta l_2}{\{2k(C_2+\delta_2)\sin k\Delta l_1 \sin k\Delta l_2 - \sin k\Delta l_1 \cos k\Delta l_2 - \sin k\Delta l_2 \cos k\Delta l_1\}^2 + (2kC_{12}\sin k\Delta l_1 \sin k\Delta l_2)^2}$$

ここに、 $k=2\pi/L$ ：波長、 C ：複素 blockage coefficient²⁾の実部の係数、 C_1 ：複素 blockage coefficientの虚部の係数、 $\delta = \pi \cdot b \cdot (1-2a/D)/6$ ：列の厚みの影響、 $\Delta l_1 = l_1 - \delta_1 - \delta_2$ 、 $\Delta l_2 = l_2 - \delta_2$ である。また、 $V_{\max}$ ：スリット通過水粒子速度振幅、 $u_{\max}$ ：入射波の水粒子速度振幅である。

3. 実験結果 理論の妥当性の検証のための実験を大型2次元造波水槽（長さ100 m）を用いて行なった。実験時の水深は $h=2.0$ mとし、全消波室幅を $l=1.0$ mとした。断面構造の条件は、良好な消波特性を与えると考えられる条件で行った¹⁾。スリット通過水粒子速度は、電磁流速計を用いて1列目の前面板についてのみ測定（測定位置：隣接柱体列間の中心、測定水深：0.6 m）し、最大水粒子速度振幅を求めた。反射率の算定は、入反射波分離推定法によった。実験結果のうち、 $H/L \approx 0.01$ および0.02

の条件についてのものを反射率のそれとともに図-2(a),(b)に示す。ただし、図の横軸は全消波室幅を波長で除した相対消波室幅であり、ここでは全消波室幅を一定としている。なお、入射波水粒子速度は、微小振幅波理論によるものを用いている。

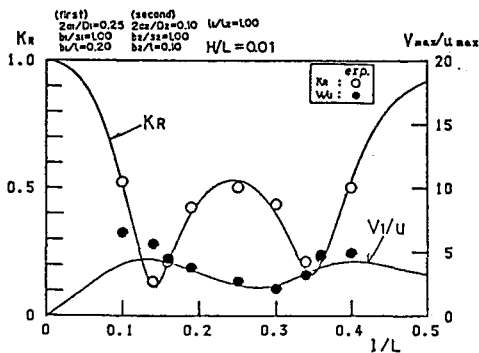


図-2 (a) 理論値との比較

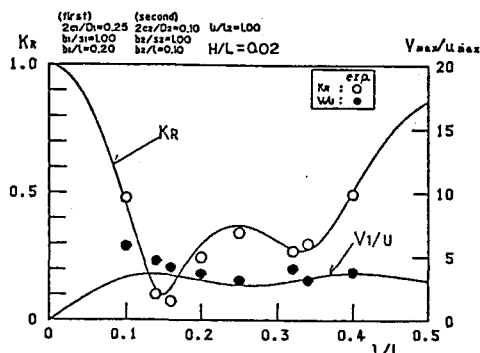


図-2 (b) 理論値との比較

4. 結論 図-2より、 K_R 、 V/u ともに実験値と理論値は全般に良好な一致を示しており、基本的な本理論の妥当性が示されている。ただ V/u がピーク値をとる付近では、前回²⁾同様、今回も実験値の方が理論値を上回った。次に、構造条件のうち2列目の前面板の開口率($2a_2/D_2$)のみを変化させた場合の反射率を図-3に、相対水粒子速度を図-4(a),(b)に示す。図には、各前面板と同じ構造条件を有する1列前面板の消波工の V/u の値も示した(但し、図-4(b)の開口率は $2a_2/D_2=0.10$)。 $2a_2/D_2$ が大きくなるにつれて K_R は増し、同時に2列目の V/u は減少することが示されている。これに対して、1列目の V/u は余り変化していない。また、前面板が1枚の消波工との比較では、 V/u の特性に大きな変化はないことがわかる。しかし前面板が2枚の場合には、このスリット通過水粒子の運動に基づくエネルギー損失の生ずる箇所が2ヶ所あるので、それだけ大規模なエアレーション機能が期待できよう。

最後に、本研究は、文部省科研費(一般研究[c])によって補助を受けたことをここに付記する。

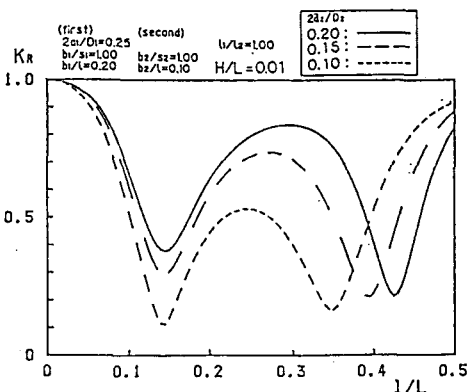


図-3 反射率

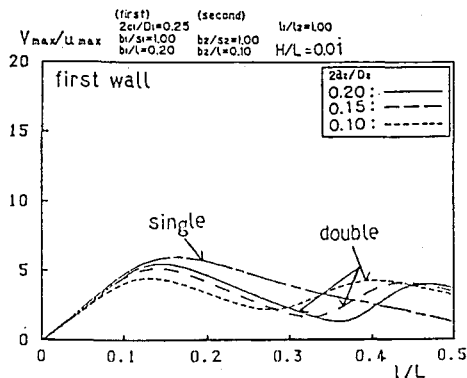


図-4 (a) 相対水粒子速度(1列目)

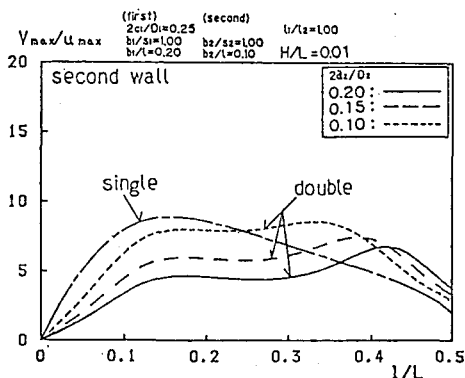


図-4 (b) 相対水粒子速度(2列目)

1) 角野他 第42回 年講 pp. 558~559, 1987. : 2) 角野他 第33回 海講 pp. 407~411, 1986.